

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し (注意: 電子データが原本となります)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	JPO-PAS 0320
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (R0/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	10693-MU-PCT
I	発明の名称	温度補償型圧電発振器、およびこれを備えた電子装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	株式会社 村田製作所
II-4en	Name:	Murata Manufacturing Co., Ltd.
II-5ja	あて名	6178555 日本国
II-5en	Address:	京都府長岡京市天神2丁目26番10号 26-10, Tenjin 2-chome, Nagaokakyo-shi, Kyoto 6178555 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	81-75-955-6734
II-9	ファクシミリ番号	81-75-956-6259
II-10	電子メール	patent@murata.co.jp
II-11	出願人登録番号	000006231

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 加藤章 KATO Akira 6178555 日本国 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所内 c/o Murata Manufacturing Co., Ltd., 26-10, Tenjin 2-chome, Nagaokakyo-shi, Kyoto 6178555 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4ja	氏名(姓名)	
III-1-4en	Name (LAST, First):	
III-1-5ja	あて名	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	
III-1-7	住所(国名)	
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく 出願人のために行動する。	代理人 (agent) 小森久夫 KOMORI Hisao 5400011 日本国 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 1-4-34, Noninbashi, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 5400011 Japan 06-6941-3982 06-6941-3983 komori@komori-pat.com 100084548
IV-1-1ja	氏名(姓名)	
IV-1-1en	Name (LAST, First):	
IV-1-2ja	あて名	
IV-1-2en	Address:	
IV-1-3	電話番号	
IV-1-4	ファクシミリ番号	
IV-1-5	電子メール	
IV-1-6	代理人登録番号	
V	国の指定	
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束さ れる全てのPCT締約国を指定し、取得しうる あらゆる種類の保護を求め、及び該当する 場合には広域と国内特許の両方を求める 国際出願となる。	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	2003年 08月 21日 (21. 08. 2003) 2003-297729 日本国 JP
VI-1-1	出願日	
VI-1-2	出願番号	
VI-1-3	国名	
VI-2	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のもの については、出願書類の認証謄本を作成 し国際事務局へ送付することを、受理官庁 に対して請求している。	VI-1
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	—	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	—	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国とする場合)	—	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	—	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書(申立てを含む)	3	✓
IX-2	明細書	12	✓
IX-3	請求の範囲	1	✓
IX-4	要約	1	✓
IX-5	図面	5	✓
IX-7	合計	22	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	—	✓
IX-11	包括委任状の写し	—	✓
IX-17	PCT-SAFE 電子出願	—	—
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印	/100084548/	
X-1-1	氏名(姓名)	小森久夫	
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## PCT手数料計算用紙(願書付属書)

紙面による写し(注意:電子データが原本となります)

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

0	受理官庁記入欄			
0-1	国際出願番号			
0-2	受理官庁の日付印			
0-4	様式-PCT/RO/101(付属書) このPCT手数料計算用紙は、 0-4-1 右記によって作成された。	JP0-PAS 0320		
0-9	出願人又は代理人の書類記号	10693-MU-PCT		
2	出願人	株式会社 村田製作所		
12	所定の手数料の計算	金額/係数	小計 (JPY)	
12-1	送付手数料 T	⇒	13000	
12-2	調査手数料 S	⇒	97000	
12-3	国際出願手数料 (最初の30枚まで) i1	116000		
12-4	30枚を越える用紙の枚数	0		
12-5	用紙1枚の手数料 (X)	0		
12-6	合計の手数料 i2	0		
12-7	i1 + i2 = i	116000		
12-12	fully electronic filing fee reduction R	-24900		
12-13	国際出願手数料の合計 (i-R) I	⇒	91100	
12-17	納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P)	⇒	201100	
12-19	支払方法	送付手数料: 予納口座引き落としの承認 調査手数料: 予納口座引き落としの承認 国際出願手数料: 銀行口座への振込み		

## 明 細 書

### 温度補償型圧電発振器、およびこれを備えた電子装置

#### 技術分野

- [0001] この発明は、圧電発振器、特に周囲の温度に応じて発振周波数を補正する温度補償型圧電発振器、およびこれを備えた電子装置に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 一般に、圧電発振器は、印加された電圧に応じて所定周波数で共振する水晶片等の圧電素子と、該圧電素子による共振信号を増幅して出力する増幅回路とを備えている。このような水晶片等の圧電素子の共振周波数は温度依存性があり、同じ電圧を印加しても、素子の温度に応じて共振周波数が増加する。
- [0003] この問題を解決する発振器として、圧電素子に接続されたバラクタダイオード等の可変容量素子と、周囲温度に応じて可変容量素子に印加する電圧を変化させる温度補償電圧発生回路とを備えた温度補償型圧電発振器が複数提案されている(例えば、特許文献1、特許文献2、および特許文献3参照)。
- [0004] このような温度補償型圧電発振器では、圧電素子と可変容量素子との合成キャパシタンスに共振周波数が依存する。このため、可変容量素子に印加する電圧を調整すれば、可変容量素子のキャパシタンスが変化し、この結果、合成キャパシタンスが変化して、共振周波数が増加する。この変化量を圧電素子の温度による共振周波数の変化を打ち消すように設定しておけば、周囲温度に影響されることなく一定の共振周波数の高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器が構成される。

特許文献1:特開2002-135053公報

特許文献2:特開2002-76773公報

特許文献3:特開平6-224635号公報

#### 発明の開示

- [0005] 従来の各温度補償型圧電発振器では、可変容量素子(例えば、バラクタダイオード)の一方端に温度補償電圧発生回路からの出力電圧を印加し、他方端を接地または一定電圧に設定している。

- [0006]   ところで、このような温度補償型圧電発振器は、移動体通信機等に搭載され、基準信号源として用いられているが、近年、移動体通信機は低電圧化が進んでおり、これに応じて基準信号源である温度補償型圧電発振器も低電圧化が求められている。
- [0007]   従来の温度補償電圧発生回路は、前述の各特許文献に示すように感温素子であるサーミスタを備えた回路であり、この回路に低電圧を印加することで、温度に応じた出力電圧を得て、可変容量素子に電圧供給を行っている。そして、この温度補償電圧発生回路に低電圧を供給する電圧源としては、回路の簡略化等の理由により、温度補償型圧電発振器の電源電圧を通常利用している。
- [0008]   このため、前述のように、温度補償型圧電発振器が低電圧化すると、温度補償電圧発生回路に供給される電圧が低電圧化し、この結果、出力電圧、すなわち、可変容量素子に供給される電圧の最大値が低電圧化する。このため、可変容量素子に印加させる電圧範囲が狭くなり、とり得るキャパシタンスの変化の範囲が狭くなる。
- [0009]   一方、水晶振動子等の圧電素子は、その共振周波数が温度変化に依存するが、印加電圧には依存しないので、温度補償型圧電発振器が低電圧化しても共振周波数の温度変化に対する変化量は変わらない。
- [0010]   これにより、温度補償電圧発生回路から発生する電圧範囲では、圧電素子の共振周波数の温度補償が十分でない場合が発生する可能性がある。
- [0011]   この発明の目的は、電源電圧が低電圧であっても、確実に温度補償を行い、一定の共振周波数の高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器、およびこれを備えた電子装置を提供することにある。
- [0012]   そこで、この発明は、圧電素子と、該圧電素子の一方端に接続された増幅回路と、圧電素子の他方端に接続された可変容量素子と、該可変容量素子へ温度に応じた電圧を与える補償電圧発生手段とを備えた温度補償型圧電発振器において、補償電圧発生手段に、可変容量素子の一方端に周囲温度により第1電圧とは逆方向に可変する第1電圧を与える第1電圧発生手段と、可変容量素子の他方端に周囲温度により可変する第2電圧を与える第2電圧発生手段とを備えたことを特徴としている。
- [0013]   この構成では、圧電素子に接続する可変容量素子に、第1電圧発生手段から発生する第1電圧と、第2電圧発生手段から発生した第2電圧との電位差に応じた、周囲

温度により可変する電圧が印加される。このため、第1電圧発生手段で発生し得る電圧範囲と、第2電圧発生手段で発生し得る電圧範囲とを異なるように設定しておけば、一方端を定電圧に設定した場合よりも、広い電圧範囲で且つ温度により変化する電圧が可変容量素子に印加される。これにより、可変容量素子の取り得るキャパシタンス範囲が広くなるとともに、周囲温度に応じて変化する。この結果、電源電圧が低電圧化しても、キャパシタンスの取り得る範囲が狭くならず、この範囲内で温度に応じてキャパシタンスが大きく変化する。この温度に応じて変化するキャパシタンス量を圧電素子の温度による共振周波数の変化量に対応させることで、圧電素子と可変容量素子とからなる共振回路の共振周波数が補正される。

- [0014] また、この発明は、第1、第2電圧発生手段に、少なくとも一つの感温素子と複数の抵抗素子とをそれぞれ備えたことを特徴としている。
- [0015] また、この発明は、感温素子をサーミスタとしたことを特徴としている。
- [0016] この構成では、可変容量素子に電圧を印加する第1、第2電圧発生手段が、サーミスタおよび抵抗器からなる構造の簡素なアナログ回路網により形成される。
- [0017] また、この発明は、周囲温度を検知し、この検知温度に応じた温度補償データを発生する温度補償データ発生手段を備え、第1、第2の電圧発生手段に、デジタル形式の前記温度補正データをアナログ信号に変換するDA変換手段を備えたことを特徴としている。
- [0018] この構成では、温度補償データ発生手段で予め検出温度に応じた温度補償データを記憶しておき、検出した温度に応じて温度補償データが第1、第2電圧発生手段のそれぞれに出力される。第1、第2電圧発生手段は、このデジタル形式の温度補償データをアナログ形式の電圧信号に変換して、それぞれ可変容量素子に印加する。可変容量素子のキャパシタンスは、印加された第1電圧発生手段からの電圧信号と第2電圧発生手段からの電圧信号との電位差に応じて変化する。ここで、温度補償データを圧電素子の温度による共振周波数の変化量に対応させておくことで、圧電素子と可変容量素子とからなる共振回路の共振周波数が適正に補正される。
- [0019] また、この発明は、圧電素子をATカット水晶片振動子としたことを特徴としている。
- [0020] また、この発明は、可変容量素子を可変容量ダイオード(バラクタダイオード)とした

ことを特徴としている。

- [0021] また、この発明は、電子装置に前述の温度補償型圧電発振器を備えたことを特徴としている。
- [0022] 以上のように、この発明によれば、発振周波数に影響を与える可変容量素子の両端に、それぞれ異なる電圧印加手段から温度に応じて互いに逆方向に可変する電圧を供給することで、電源電圧が低電圧でありながらも、確実に発振周波数の温度補償を行い、発振周波数に温度依存性がない高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器を構成することができる。
- [0023] また、この発明によれば、温度補償用電圧を発生する回路がサーミスタと抵抗器のみを用いた簡素なアナログ回路で形成されるので、温度補償型圧電発振器を簡素な構造で構成することができる。
- [0024] また、この発明によれば、周囲温度に応じた温度補償データを予め記憶しておき、この温度補償データをそれぞれ異なるDA変換回路に入力して電圧信号に変換し、可変容量素子の両端に印加することで、電源電圧が低電圧でありながらも、確実に発振周波数の温度補償を行い、発振周波数に温度依存性がない高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器を構成することができる。
- [0025] また、この発明によれば、前記温度補償型圧電発振器を備えることで、周囲温度や動作温度に影響されることなく、低電源電圧で安定して動作する電子装置を構成することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0026] [図1]第1の実施形態に係る温度補償型圧電発振器の構成を表す等価回路図である。
- [図2]図1に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)の温度依存性を表すグラフ、従来の温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧の温度依存性を表すグラフ、および従来の温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の等価回路図である。
- [図3]第2の実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。
- [図4]第3の実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。



[図5]図4に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)の温度依存性を表すグラフである。

[図6]第4の実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。

[図7]バラクタダイオードVDのキャパシタンスの印加電圧特性を表したグラフである。

[図8]図6に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)の温度依存性を表すグラフである。

[図9]電子装置の一例である通信機のブロック図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0027] 本発明の第1の実施形態に係る温度補償型圧電発振器について図1、図2を参照して説明する。

[0028] 図1は本実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。

[0029] 図1に表すように、温度補償型圧電発振器は、圧電素子であるATカット水晶振動子(以下、単に「水晶振動子」という。)XDと、該水晶振動子XDの一方端に接続する増幅回路3と、水晶振動子XDの他方端に接続する可変容量素子であるバラクタダイオードVDと、このバラクタダイオードVDの両端に2つの出力がそれぞれ抵抗器R11、R12を介して接続する温度補償電圧発生回路10とを備える。

[0030] 温度補償電圧発生回路10は、抵抗器R11に接続する第1電圧発生回路1と、抵抗器R12に接続する第2電圧発生回路2とからなり、これらは、電源電圧(Vcc)端子4およびグランドに接続している。

[0031] 第1電圧発生回路1は、Vcc端子4に接続する抵抗器R1と感温素子であるサーミスタTH1との並列回路と、この並列回路に直列に接続する抵抗器R3とサーミスタTH3とからなり、サーミスタTH3の一方端を接地している。また、抵抗器R1とサーミスタTH1との並列回路と抵抗器R3との接続点を抵抗器R11を介してバラクタダイオードVDのカソードに接続している。

[0032] 第2電圧発生回路2は、Vcc端子4に接続する抵抗器R2と感温素子であるサーミスタTH2との並列回路と、この並列回路に直列に接続する抵抗器R4とからなり、抵抗器R4の一方端を接地している。また、抵抗器R2とサーミスタTH2との並列回路と抵抗器R4との接続点を抵抗器R12を介してバラクタダイオードVDのアノードに接続し

ている。

- [0033] バラクタダイオードVDは、そのアノードを水晶振動子XDに接続しており、カソードを高周波バイパス用コンデンサC1を介して接地している。
- [0034] 増幅回路3のnpn型トランジスタTrは、ベースを水晶振動子XDに接続し、コレクタを抵抗器R22を介してVcc端子4に接続し、エミッタを抵抗器R23およびコンデンサC12を介して接地している。また、トランジスタTrのエミッタとベースとの間には、帰還用コンデンサC11を接続しており、ベースとVcc端子4との間には、バイアス電流供給用の抵抗器R21を接続している。また、トランジスタTrのコレクタは、コンデンサC14を介して出力端子5に接続している。また、Vcc端子4はコンデンサC13を介して高周波的に接地している。この結果、トランジスタTrは水晶振動子XDの共振周波数で負性抵抗を有する。
- [0035] 温度補償電圧発生回路10の第1電圧発生回路1は、抵抗器R1とサーミスタTH1との並列回路と、抵抗器R3とサーミスタTH3との直列回路とによる分圧比で、電源電圧Vccを分圧した電圧信号を抵抗R11を介して、バラクタダイオードVDのカソード側に印加する。一方、第2電圧発生回路2は、抵抗器R2とサーミスタTH2との並列回路と抵抗器R4とによる分圧比で、電源電圧Vccを分圧した電圧信号を抵抗R12を介して、バラクタダイオードVDのアノード側に印加する。
- [0036] バラクタダイオードVDは、第2電圧発生回路2からの電圧と第1電圧発生回路1からの電圧との電位差に応じてキャパシタンスが変化する容量素子として機能する。
- [0037] 水晶振動子XDは、ATカット水晶振動子を用いており、周囲温度に対して、3次関数的に共振周波数が変化する。また、水晶振動子XDは、自身のキャパシタンスとバラクタダイオードVDのキャパシタンスとコンデンサC1のキャパシタンスとで共振回路を形成し、増幅回路3とともにこれらの素子の合成キャパシタンスに応じた共振周波数で共振する。
- [0038] 増幅回路3のトランジスタTrは、電源電圧Vccで作動し、上記共振回路とともに発振し、発振信号を出力端子5に出力する。
- [0039] ここで、周囲温度が変化すると、第1電圧発生回路1から出力される電圧信号の電圧値と、第2電圧発生回路2から出力される電圧信号の電圧値とがそれぞれに変化

する。

[0040] 図2(a)は図1に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)、すなわちバラクタダイオードVDのカソードーアノード間に印加される電圧の温度依存性を表すグラフ、図2(b)は従来の温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧、すなわちバラクタダイオードVDのカソードーアノード間に印加される電圧の温度依存性を表すグラフ、図2(c)は従来の温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の等価回路図である。なお、図2(a)は、図1における各抵抗器の抵抗値を、 $R1=30k\Omega$ 、 $R2=20k\Omega$ 、 $R3=1k\Omega$ 、 $R4=1k\Omega$ とし、各サーミスタの $25^{\circ}\text{C}$ での抵抗値を、 $TH1=2.31k\Omega$ 、 $TH2=46.2k\Omega$ 、 $TH3=462\Omega$ とし、サーミスタのB定数を3000~4000程度にして、 $V_{cc}=3\text{V}$ としたときのシミュレーション結果である。また、図2(b)は、図2(c)における各抵抗器の抵抗値を、 $R01=30k\Omega$ 、 $R02=10k\Omega$ 、 $R03=10k\Omega$ とし、各サーミスタの $25^{\circ}\text{C}$ での抵抗値を、 $TH1=18.5k\Omega$ 、 $TH2=1.24k\Omega$ 、 $TH3=201k\Omega$ とし、サーミスタのB定数を3000~4000程度にして、 $V_{cc}=3\text{V}$ としたときのシミュレーション結果である。

[0041] このように、本実施形態の温度補償電圧発生回路を用いることで、図2に示すように、同じ電源電圧 $V_{cc}$ が供給されていても、出力電位差の範囲を従来の約0.7Vと比較して約1.2Vに広くすることができる。すなわち、電源電圧 $V_{cc}$ が低くても、バラクタダイオードに印加する電圧(電位差)の範囲が小さくなるのを抑制することができる。これは、温度補償電圧発生回路10の2つの出力電圧が少なくとも一部の温度範囲で互いに逆方向に変動するからである。

[0042] バラクタダイオードVDは、前述の電位差に応じたキャパシタンスを有する容量素子として機能するので、従来例よりも、広範囲のキャパシタンスを得ることができる。すなわち、温度補償電圧発生回路を前述の構成とすることで、電源電圧が低電圧であってもバラクタダイオードVDのキャパシタンス範囲が狭くなることが抑制される。

[0043] これにより、水晶振動子XDとバラクタダイオードVDとコンデンサC1とからなる共振回路の合成キャパシタンスが大きく変化し、共振回路の共振周波数を大きく変化させるように作用する。

- [0044] 一方、水晶振動子XDは元来温度依存性を有するので、前述のように周囲温度が変化すると、共振周波数が変化する。
- [0045] ここで、バラクタダイオードXDのキャパシタンスの変化量による共振周波数の変化量と水晶振動子XDの温度変化による共振周波数の変化量とが相殺するように、予め、温度補償電圧発生回路の各抵抗器およびサーミスタを設定しておくことで、電源電圧が低くても共振周波数が変化するのを抑制することができる。すなわち、周囲温度に依存せず安定した共振周波数の高周波信号を出力することができる。
- [0046] 次に、第2の実施形態に係る温度補償型圧電発振器について図3を参照して説明する。図3は本実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。
- [0047] 図3に表すように、温度補償型圧電発振器は、水晶振動子XDと、該水晶振動子XDを含む増幅回路30と、水晶振動子XDにコンデンサC32を介して接続する可変容量素子であるバラクタダイオードVDと、このバラクタダイオードVDの両端に2つの出力がそれぞれローパスフィルタLPF34, LPF35を介して接続する温度補償電圧発生回路11とを備える。
- [0048] 温度補償電圧発生回路11は、ローパスフィルタLPF35に接続する第1DAコンバータ32と、ローパスフィルタLPF34に接続する第2DAコンバータ33とからなり、これらは、駆動電圧(Vdd)端子4'に接続している。また、これら第1、第2DAコンバータ32, 33はそれぞれ温度補償データ制御部31に接続するとともに、接地(Vss)している。
- [0049] バラクタダイオードVDは、そのアノードをコンデンサC32を介して増幅回路30の水晶振動子XDに接続するとともにローパスフィルタLPF34に接続しており、カソードを高周波バイパス用コンデンサC1を介して接地するとともに、ローパスフィルタLPF35に接続している。
- [0050] 増幅回路30は、水晶振動子XDとインバータ36と抵抗器R30とを並列接続し、これらの並列接続点をそれぞれコンデンサC33, C34を介して接地している。また、増幅回路30の出力側(インバータ36の出力側)は出力端子5に接続している。なお、インバータ36を含むICの電源としては、上述のVddおよびVssが使われる。
- [0051] 温度補償データ制御部31は、周囲温度に応じた温度補償データをメモリに予め記

憶しており、温度検知部で検知した温度に基づいて、温度補償データを前記メモリから読み出し、DAコンバータ32、DAコンバータ33のそれぞれに出力する。ここで、温度補償データとは、増幅回路30の水晶振動子XDの共振周波数の温度依存性に基づき、バラクタダイオードVDの両端に印加する電圧(電位差)を決定するためのデータであり、DAコンバータ32に出力するデータとDAコンバータ33に出力するデータとが記憶されている。

[0052] 温度補償データ制御部31が、検知温度に応じた温度補償データを温度補償電圧発生回路11のDAコンバータ32、DAコンバータ33に出力すると、DAコンバータ32、DAコンバータ33はそれぞれの温度補償データをD-A変換して、アナログ形式の電圧信号として出力する。これらの電圧信号はそれぞれLPF34、LPF35を介してバラクタダイオードVDの両端に印加される。

[0053] バラクタダイオードVDは、DAコンバータ33からの電圧信号とDAコンバータ32からの電圧信号との差(電位差)に応じてキャパシタンスを変化させて、容量素子として機能する。

[0054] 増幅回路30の水晶振動子XDは、ATカット水晶片を用いており、周囲温度に対して、3次関数的に共振周波数が変化する。この共振周波数は、バラクタダイオードのキャパシタンスの影響を受けるので、温度に応じてキャパシタンスを変化させることにより、周囲温度による共振周波数の変動を抑制することができる。すなわち、温度補償データ制御部31に予め記憶させておく温度補償データを、検知温度に応じて、バラクタダイオードVDのキャパシタンスで水晶振動子XDの共振周波数の変動を抑制するように設定しておくことで、温度依存性のない一定の発振周波数の高周波信号を出力することができる。

[0055] なお、本実施形態では、DAコンバータ32、DAコンバータ33の出力側にLPF34、LPF35を挿入したが、これを省略してもよい。

[0056] 次に、第3の実施形態に係る温度補償型圧電発振器について、図4、図5を参照して説明する。

[0057] 図4は、本実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。

[0058] 図4に示す温度補償型圧電発振器は、図1に示した温度補償型圧電発振器の第1

電圧発生回路1を第1電圧発生回路1'に置き換えたものであり、他の構成は同じである。ここで、第1電圧発生回路1'は図1の第1電圧発生回路1のサーミスタTH3を省略したものである。

- [0059] 図5は、図4に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)の温度依存性を表すグラフである。なお、図5は、図4における各抵抗器の抵抗値を、 $R1=50k\Omega$ 、 $R2=100k\Omega$ 、 $R3=20k\Omega$ 、 $R4=1k\Omega$ とし、各サーミスタの25℃での抵抗値を、 $TH1=2.31k\Omega$ 、 $TH2=46.2k\Omega$ とし、サーミスタのB定数を3000～4000程度にして、 $V_{cc}=3V$ としたときのシミュレーション結果である。
- [0060] このように、図4に示す回路構成とすることで、バラクタダイオードVDに印加される電圧(電位差)は3次関数に近似する曲線状となり、水晶振動子の共振周波数の変動を殆ど相殺することができる。
- [0061] これにより、周囲温度に依存せず、略一定の発振周波数で高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器をさらに簡素な構造で形成することができる。
- [0062] 次に、第4の実施形態に係る温度補償型圧電発振器について、図6～図8を参照して説明する。
- [0063] 図6は本実施形態に係る温度補償型圧電発振器の等価回路図である。
- [0064] 図6に示す温度補償型圧電発振器は、図4に示した温度補償型圧電発振器の第2電圧発生回路2を、第2電圧発生回路2'に置き換えたものであり、他の構成は図4に示した温度補償型圧電発振器と同じである。ここで、第2電圧発生回路2'は、 $V_{cc}$ 端子4に抵抗器R4を接続し、この抵抗器R4に、サーミスタTH2と抵抗器R2との並列回路を接続し、この並列回路の一端を接地した回路である。また、抵抗器R4と並列回路との接続点は、抵抗器R12を介してバラクタダイオードVDに接続している。
- [0065] このような構成とすることで、温度補償電圧発生回路13の各素子(抵抗器R1～R4、サーミスタTH1、TH2)の素子値(インピーダンス)およびサーミスタのB定数の設定の組み合わせにより、バラクタダイオードVDに負の電圧(ダイオード的には順方向バイアス電圧)を印加することができる。
- [0066] 図7は、バラクタダイオードVDのキャパシタンスの印加電圧特性を表したグラフであ

る。この図において、印加電圧の順方向は、ダイオード特性においては負方向を表している。この図に表すように、印加電圧が小さくなり、負電圧になるに従い、バラクタダイオードVDのキャパシタンスは増加する。そして、このキャパシタンスは、ダイオードに電流が流れ始める電圧 $V_f$ に達するまで増加し続ける。

[0067] 図8は、図6に示した温度補償型圧電発振器の温度補償電圧発生回路の温度補償出力電圧(電位差)の温度依存性を表すグラフである。なお、図8は、図6における各抵抗器の抵抗値を、 $R1=50k\Omega$ 、 $R2=20k\Omega$ 、 $R3=20k\Omega$ 、 $R4=20k\Omega$ とし、各サーミスタの $25^\circ\text{C}$ での抵抗値を、 $TH1=23.1k\Omega$ 、 $TH2=37.0k\Omega$ とし、サーミスタのB定数を3000~4000程度にして、 $V_{cc}=3V$ としたときのシミュレーション結果である。

[0068] このように、図6に示す回路構成とすることで、バラクタダイオードVDに印加される電圧(電位差)は3次関数に近似する曲線状となり、さらに、バラクタダイオードVDに印加される電圧(電位差)の範囲が広がる。このため、温度依存性の高い、すなわち、周囲温度に対して共振周波数の変化量が大きい水晶振動子を用いても、共振周波数の変動を殆ど相殺することができる。

[0069] これにより、周囲温度に依存せず、略一定の発振周波数で高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器を形成することができる。

[0070] なお、前述の各実施形態では、図に示すようにコルピッツ型発振回路やインバータ発振回路を用いた温度補償型圧電発振器を説明したが、ハートレー型、クランプ型、ピアーズ型等の発振回路を用いても同様の効果を奏する。また、バイポーラトランジスタを用いた発振回路を説明したが、電界効果トランジスタを用いてもよい。さらにCMOS等の論理素子を用いた発振回路であっても同様の効果を奏する。また、前述の各実施形態に示した温度補償電圧発生回路にコンデンサやインダクタ等の回路素子が挿入されていても同様の効果を奏する。また、圧電素子としては、水晶振動子に限らず、弾性表面波共振子やバルク共振を利用したセラミック共振子、タンタル酸リチウム共振子、ニオブ酸リチウム共振子等であっても同様の効果を奏する。

[0071] 次に、第5の実施形態に係る電子装置について図9を参照して説明する。

[0072] 図9は電子装置の一例である通信機のブロック図である。

- [0073] 図9に示すように、通信機90は、アンテナ901と、デュプレクサ902と、増幅部903a、903bと、混合部904a、904bと、電圧制御発振器905と、PLL回路906と、ローパスフィルタ907と、本発明の温度補償型圧電発振器910と、変調部Txと、復調部Rxとを備える。
- [0074] PLL回路906は、電圧制御発振器905の出力信号を入力し、この信号と温度補償型圧電発振器910の発振信号の分周信号との位相を比較し、電圧制御発振器905が所定の周波数となるように制御電圧を出力する。
- [0075] 電圧制御発振器905は、ローパスフィルタ907を介して、その制御電圧を制御端子に受けて、その制御電圧に応じた高周波信号を出力する。この高周波信号は、混合部904a、904bにそれぞれ局部発振信号として与えられる。
- [0076] 混合部904aは、変調部Txから出力される中間周波数信号と局部発振信号とを混合して送信信号に変換する。この送信信号は、増幅部903aで増幅され、デュプレクサ902を介してアンテナ901から放射される。
- [0077] アンテナ901からの受信信号は、デュプレクサ902を介して増幅部903bで増幅される。混合部904bは、増幅部903bで増幅された受信信号と、電圧制御発振器905からの局部発振信号とを混合して、中間周波信号に変換する。この中間周波信号は、復調部Rxで検波される。
- [0078] このように、前述の各実施形態に示した温度補償型圧電発振器910を用いることで、通信特性に優れた小型の通信機を構成することができる。

なお、本実施形態では、通信機90を用いて、本発明の温度補償型圧電発振器を用いた電子装置を説明したが、本発明の電子装置は通信機に限られるものではない。



## 請求の範囲

- [1] 圧電素子と、該圧電素子の一方端に接続された増幅回路と、前記圧電素子の他方端に接続された可変容量素子と、該可変容量素子に温度に応じた電圧を与える補償電圧発生手段とを備えた温度補償型圧電発振器において、
- 前記補償電圧発生手段は、前記可変容量素子の一方端に周囲温度により可変する第1電圧を与える第1電圧発生手段と、前記可変容量素子の他方端に周囲温度により前記第1電圧とは逆方向に可変する第2電圧を与える第2電圧発生手段とを備えたことを特徴とする温度補償型圧電発振器。
- [2] 前記第1、第2電圧発生手段は、少なくとも一つの感温素子と複数の抵抗素子とをそれぞれに備えた請求項1に記載の温度補償型圧電発振器。
- [3] 前記感温素子はサーミスタである請求項2に記載の温度補償型圧電発振器。
- [4] 周囲温度を検知し、この検知温度に応じた温度補償データを発生する温度補償データ発生手段を備え、
- 前記第1、第2の電圧発生手段は、デジタル形式の前記温度補償データをアナログ信号に変換するDA変換手段を備えた請求項1に記載の温度補償型圧電発振器。
- [5] 前記圧電素子は、ATカット水晶片振動子である請求項1～4のいずれかに記載の温度補償型圧電発振器。
- [6] 前記可変容量素子は可変容量ダイオードである請求項1～5のいずれかに記載の温度補償型圧電発振器。
- [7] 請求項1～6のいずれかに記載の温度補償型圧電発振器を備えた電子装置。

## 要 約 書

電源電圧が低電圧であっても、一定の発振周波数の高周波信号を出力する温度補償型圧電発振器を提供する。

温度補償型圧電発振器は、ATカット水晶振動子(XD)と、該水晶振動子(XD)の一方端に接続する増幅回路(3)と、水晶振動子(XD)の他方端に接続するバラクタダイオード(VD)と、このバラクタダイオード(VD)の両端に抵抗器(R11), (R12)を介して接続する温度補償電圧発生回路(10)とを備える。温度補償電圧発生回路(10)は、サーミスタ(TH1), (TH3)と抵抗器(R1), (R3)とからなり、バラクタダイオード(VD)のカソードに接続する第1電圧発生回路(1)と、サーミスタ(TH2)と抵抗器(R2), (R4)とからなり、バラクタダイオード(VD)のアノードに接続する第2電圧発生回路(2)とからなる。